**贵州省地方计量技术规范**

**《烟气（CO2）连续监测系统校准规范》**

**（征求意见稿）**

**不确定度评定报告**

规范起草小组

 2025年05月23日

二氧化碳示值误差测量结果的不确定度评定

1 概述

1.1 校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

1.2 环境条件：温度：25℃；相对湿度：≤85%。

1.3 测量标准：氮中二氧化碳气体标准物质，测量范围：（0~20）%，不确定度：*Urel*=1%，*k*=2。

1.4 被校对象：烟气（CO2）连续监测系统，测量范围：（0~20）%

2 测量模型

$∆\_{ei}=\frac{\left(\overline{C\_{di}}-C\_{si}\right)}{C\_{si}}×100\%$ (1)

式中：

$∆\_{ei}$——监测系统测量第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质的示值误差，%；

$C\_{si}$——第$i$种二氧化碳气体标准物质浓度标称值，%；

$\overline{C\_{di}}$——第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质3次测量的平均值，%；

$i$——测量气体标准物质序号，$i$ =1,2,3。

3 不确定度来源

a）测量重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$；

b）分辨力引入的标准不确定度$u(c\_{i2})$。

c）二氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度$u(c\_{s1})$

4 标准不确定度评定

4.1 由二氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度$u(c\_{s1})$

用B类评定方法进行评定，由标准物质证书可知，二氧化碳气体标准物质的相对扩展不确定度*U*rel＝1%，包含因子*k*=2。则由二氧化碳气体标准物质（浓度10%）引入的标准不确定度为：

$u\left(c\_{s1}\right)=\frac{C\_{si}×1\%}{C\_{si}}=0.05\%$ (2)

4.2 测量重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$。

用A类评定方法进行评定，将二氧化碳气体标准物质（浓度10%）通入被测仪器，待示值稳定后，重复测量10次，读取测量值，计算标准偏差。重复性测量数据见表A.1。

表A.1重复性测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 | s |
| 测量结果（%） | 9.93 | 9.93 | 9.91 | 9.76 | 9.96 | 9.87 | 9.87 | 9.82 | 9.82 | 9.98 | 9.89 | 0.0698 |

测量数据经处理得单次测量相对标准偏差*s*：

$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i}^{n}\left(c\_{di}-\overbar{c\_{di}}\right)}{n-1}}=0.0698\%$ (3)

由于实际测量中，在重复条件下连续测量3次，以3次测量得平均值作为测量结果，则可得标准不确定度为：

$u\left(c\_{i1}\right)=\frac{s}{\sqrt{3}}=0.0403\%$ (4)

4.3 由监测系统分辨力引入的标准不确定度$u(c\_{i2})$

监测系统的显示分辨力为0.01%，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

$u\left(c\_{i2}\right)=\frac{1}{2\sqrt{3}}×0.01=0.0029\% $ (5)

由重复性带来的不确定度分量中包含有分辨力的影响，为了避免重复，取$u(c\_{i1})$与$u\left(c\_{i2}\right)$两者中较大者，故将被测仪器重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$作为主要标准不确定度。

5 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表A.2。

表A.2 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 标准不确定度（%） |
| 气体标准物质 | $$u(c\_{s1})$$ | 0.05 |
| 测量重复性 | $$u(c\_{i1})$$ | 0.0403 |

以上各项标准不确定度分量互不相关，合成标准不确定度为：

$u\left(c\right)=\sqrt{u(c\_{s1})^{2}+u(c\_{i1})^{2}}=0.0642\%$ (6)

A.6 扩展不确定度

$U=ku\left(c\right)$，取包含因子*k*=2，*U*=2×0.0642%≈0.13%